

## VPLIVI OKOLJSKIH DEJAVNIKOV NA PROSTORSKO RAZPOREDITEV DIVJEGA PRAŠIČA (*SUS SCROFA* L.) V SLOVENIJI

Klemen JERINA<sup>1</sup>

### Izvleček

Številčnost in območje razširjenosti divjega prašiča (*Sus scrofa* L.) sta se v Sloveniji in drugih evropskih državah v zadnjih desetletjih občutno povečala; posledično so narasle tudi škode, ki jih povzročata v kmetijstvu. V raziskavi smo preučili, kateri okoljski dejavniki ključno vplivajo na prostorsko razporeditev divjega prašiča, in za Slovenijo ugotovili njegovo sedanje in potencialno območje razširjenosti. Raziskava temelji na velikem vzorcu (N = 5.977) georeferenciranih lokacij odvzema prašiča iz vse Slovenije in GIS-podatkovnih plasteh (25 okoljskih spremenljivk). Analize kažejo, da so gostote divjega prašiča največje v območjih: (a) z večjo razpoložljivostjo energijsko bogate hrane (odrasli sestoji listavcev, krmišča) in dostopnostjo kritja (kmetijske površine blizu gozda, sukcesijske površine); (b) kjer so temperature visoke, zime mile, z malo snega (verjetnost rabe narašča s temperaturo in upada s količino padavin). Njegova prostorska razporeditev je odvisna tudi od gozdnosti in stopnje fragmentacije gozda. Zdaj poseljuje 55 % Slovenije, njegov potencialni habitat pa obsega 67 % države. Razširjenost in številčnost divjega prašiča se bosta zato verjetno še povečevala, zlasti če se bodo nadaljevali sedanji trendi okoljskih sprememb (naraščanje temperature, povečevanje gozdnosti, izginjanje iglavcev).

Ključne besede: divji prašič, prostorska razporeditev, okoljski dejavniki, fragmentacija, dopolnilno krmljenje, model habitata, logistična regresija

### *EFFECTS OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON THE WILD BOAR (*SUS SCROFA* L.) SPATIAL DISTRIBUTION IN SLOVENIA*

#### Abstract

Population size and range of wild boar (*Sus scrofa* L.) have increased significantly during the past decades in Slovenia, as well as in other European countries. Simultaneously, this has caused an increase in agricultural damages. In this study, we examined the influence of various environmental factors on wild boar spatial distribution, and identified its current and potential population distribution range for Slovenia. The research is based on a large sample (N = 5.977) of georeferenced locations of boar harvested from the entire country and on GIS data layers (25 environmental variables). Analyses revealed that wild boar densities are highest in areas: (a) with outstanding availability of energy-rich food items (i.e. adult deciduous forests with high hard mast production and supplemental feeding places) and good cover accessibility (i.e. agricultural areas near forests and early successional areas); (b) where the temperatures are high and winters are mild with low snowfall (the probability of use increases with temperature and decreases with quantity of precipitation). Spatial distribution of wild boar also depends on the percentage of forests and the level of forest fragmentation (i.e. size of forest fragments). Currently, boars inhabit 55% of Slovenia, yet the potential habitat extends up to 67% of the country. The wild boar population size and range are therefore likely to increase, especially if the current trends of environmental changes continue, such as rising temperatures, increased forested area, and a decrease in coniferous trees.

Key words: wild boar, spatial distribution, environmental factors, fragmentation, supplemental feeding, habitat model, logistic regression

## UVOD INTRODUCTION

Divji prašič (*Sus scrofa* L.) je ena najuspešnejših sinantropičnih vrst prostoživečih živali v Evropi. Zaradi različnih antropogeno povzročenih sprememb življenjskega prostora, ki so prašiču izboljšale habitatne razmere, se po letu 1960 v večjem delu območja razširjenosti vrste srečujemo z obsežnim, pogosto nepričakovanim naraščanjem njegove številčnosti (PEDONE *et al.* 1994, DANILKIN 2001, SODEIKAT / POHLMAYER 2002, SODEIKAT *et al.* 2005). Divji prašič se je očitno uspešno prilagodil življenjskim razmeram v kulturni

krajini in danes spada med tiste vrste divjadi, ki najuspešneje kljubujejo antropogenim pritiskom. Socialno življenje, visok reprodukcijski potencial, velika gibljivost, generalistična omnivorna prehranska strategija ob zmožnosti specializacije na energetsko bogate vire hrane in inteligenca so vrstne značilnosti, ki omogočajo to uspešnost.

Lovska zakonodaja iz druge polovice 18. stoletja je v nekdanjih avstrijskih deželah sprožila načrtno preganjanje divjega prašiča. Na ozemlju današnje Slovenije je bil do druge polovice 19. stoletja zato praktično iztrebljen (SCHOLLMEYER 1899). Manjše skupine so se začele vnovič pojavljati po letu 1920 (ŠAVELJ 1933, ŠIVIC 1934, ADAMIČ 1974),

<sup>1</sup> dr. K. J., Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire; Večna pot 83, SI-1000 Ljubljana; klemen.jerina@bf.uni-lj.si

danes pa je divji prašič razširjen po večini Slovenije (slika 1). Vertikalno se pojavlja od morske obale (registriran odstrel divjega prašiča na Debelem rtiču pri Ankaranu) pa celo do pašnikov nad gozdno mejo (MAROLT 2004). Po navedbah v Statističnih letopisih Lovske zveze Slovenije je odstrel prašiča v Sloveniji od leta 1970 do leta 2002 naraščal s povprečno letno stopnjo 12,3 % (n = 33). V preteklih 33 letih je višina odstrela narasla za okoli 16-krat, s 472 uplenjenih živali v letu 1970 na 7500 živali v letu 2002.

V obdobju 1998 - 2000 so za preprečevalno krmljenje, katerega namen je zmanjševanje škode v kmetijskem prostoru, v loviščih lovskih družin porabili  $\cong$  2.150 ton krme, večinoma koruze v zrnju. Podobno količino krme so v enakem obdobju porabili tudi v večjih gojitvenih loviščih v Sloveniji. Sočasno z naraščanjem odstrela in obsega preprečevalnega krmljenja je naraščala tudi višina ocenjene (izplačane) škode, ki jo divji prašiči povzročajo na kmetijskih površinah. V obdobju 1998 - 2000 je bila škoda od divjih prašičev v loviščih LD ocenjena na skupaj okoli 110 milijonov SIT, kar znaša približno 60 % celotne v tem obdobju izplačane škode od divjadi v loviščih LD.

Zaradi oportunističnega načina prehranjevanja in s tem povezane škode v kmetijskem prostoru sodi divji prašič med t.i. problematične vrste divjadi, ki lahko človekovim aktivnostim povzročajo občutne probleme ali jih celo onemogočajo. Hkrati je divji prašič zanimiva in priljubljena lovna vrsta. Kot je bilo že omenjeno, škoda po tej živalski vrsti v Sloveniji kljub povečevanju odstrela in obsega preprečevalnega krmljenja še narašča. Slednje opozarja, da je treba današnji sistem upravljanja s populacijami divjega prašiča izboljšati.

## **NAMEN RAZISKAVE** **AIMS OF STUDY**

Obseg škode po divjem prašiču je poleg rabe preprečevalno-omilitvenih (npr. zaščita kmetijskih kultur z ograjami in odvrtačno krmljenje) ter neposrednih ukrepov upravljanja (npr. odstrel) odvisen tudi od prostorske razširjenosti in lokalnih populacijskih gostot divjega prašiča. Za uspešno upravljanje populacij prašiča je zato nujno tudi dobro poznavanje vplivov zgradbe prostora in drugih okoljskih dejavnikov na prostorsko razporeditev, populacijsko dinamiko in gostoto vrste. Le tako lahko namreč dovolj zanesljivo predvidimo učinke takšnih ali drugačnih ukrepov v populacijah divjih prašičev in njihovem okolju, kar je hkrati predpogoj za izbiro racionalnih ukrepov. Tovrstno znanje omogoča tudi napovedovanje prihodnjega stanja populacij divjega prašiča ob

morebitnih lokalnih in globalnih okoljskih spremembah (npr. nadaljnjem zaraščanju, spreminjanje zgradbe gozda, klimatskih spremembah).

V zadnjih 30 letih je bilo v preučevanje habitatnih značilnosti divjega prašiča v Evropi in Aziji usmerjenih več raziskav (npr. HELL / HRNČIAR / ŠIMIČAK 1984, DARDAILLON 1986, SPITZ / JANEAU 1995, MERIGGI / SACCHI 2001, VIRGOS 2002, CAHIL / LLIMONA / GRÀCIA 2003, SANTOS / MEXIA-DE-ALMEIDA / PETRUCCI-FONESCA 2004, ACEVEDO *et al.* 2005, SFOUGARIS 2005, MELIS *et al.* 2006). Glede na metodiko in prostorski obseg zajemanja podatkov jih lahko razdelimo v dve podskupini. V prvo skupino sodijo raziskave, ki obravnavajo manjša območja in praviloma temeljijo na natančno opredeljenih prostorskih podatkih o prašiču, pridobljenih bodisi s telemetrijskim spremljanjem osebkov bodisi s sistematičnimi monitoringi znakov prisotnosti (npr. DARDAILLON 1986; KEULING / SODEIKAT / POHLMAYER 2001, MERRIGI / SACCHI 2001, SANTOS / MEXIA-DE-ALMEIDA / PETRUCCI-FONESCA 2004). V drugo skupino pa sodijo raziskave, ki pokrivajo velika območja in temeljijo na grobo opredeljenih prostorskih podatkih; navadno so to podatki o višini odstrela po loviščih, občinah, kantonih ipd. (npr. HELL / HRNČIAR / ŠIMIČAK 1984, VIRGOS 2002, ACEVEDO *et al.* 2005). Raziskave, uvrščene v prvo skupino, lahko sicer odkrivajo zelo podrobne zakonitosti habitatnega izbora divjega prašiča, ki pa so zaradi praviloma majhnega števila spremljanih osebkov in/ali majhnega območja raziskave zanesljive le na lokalnem nivoju. Zato je njihove ugotovitve tvegano ekstrapolirati na širši prostor. Poleg tega tovrstne raziskave ne omogočajo preučevanja vplivov faktorjev, ki variirajo na veliko-površinskem nivoju (npr. temperatura, fragmentacija). Obratno raziskave iz druge skupine zaradi velikih osnovnih prostorskih enot in njihove posledične notranje heterogenosti ne omogočajo preučevanja dejavnikov, ki variirajo v manjšem merilu. Kljub dokaj velikem številu objavljenih raziskav habitatnega izbora divjega prašiča nismo našli takšne, ki bi združevala prednosti obeh prej opisanih skupin raziskav oz. bi hkrati pokrivala veliko območje in temeljila na natančno opredeljenih prostorskih podatkih.

Habitatnega izbora divjega prašiča v Sloveniji ni doslej preučeval še nihče. Vse zgoraj naštetih raziskave so potekale v drugih državah Evrope in v Aziji. Ugotovitev z enega območja pa ne kaže nekritično prenašati drugam. Obstoj nekega osebkov je zaradi geografskega variiranja ravni osnovnih ekoloških spremenljivk ponekod lahko namreč omejen z enim, drugod pa z drugim dejavnikom, zaradi česar se lahko v

prostoru spreminja tudi osebkova preferenca do posameznega dejavnika. Upor okolja se lahko pač izraža prek različnih faktorjev. Poleg tega je velika večina dosedanjih habitatnih raziskav divjega prašiča obravnavala enega ali kvečjemu nekaj okoljskih dejavnikov, manjkajo pa kompleksne raziskave, ki bi skušale hkrati pokriti večino ali celo vse najpomembnejše dejavnike. Iz raziskav drugih vrst velike parkljaste divjadi (zbrano v JERINA 2006) je razvidno, da se ugotovljeni vpliv posameznega dejavnika ob hkratnem upoštevanju drugih dejavnikov zaradi njihove medsebojne soodvisnosti lahko spremeni. Slednja ugotovitev zmanjšuje zanesljivost večine dosedanjih raziskav habitatnega izbora divjega prašiča. Zaradi vsega navedenega menimo, da vplivi okoljskih dejavnikov na prostorsko razporeditev divjega prašiča v Sloveniji kot tudi drugod še niso zadovoljivo preučeni.

## MATERIAL IN METODE

### MATERIAL AND METHODS

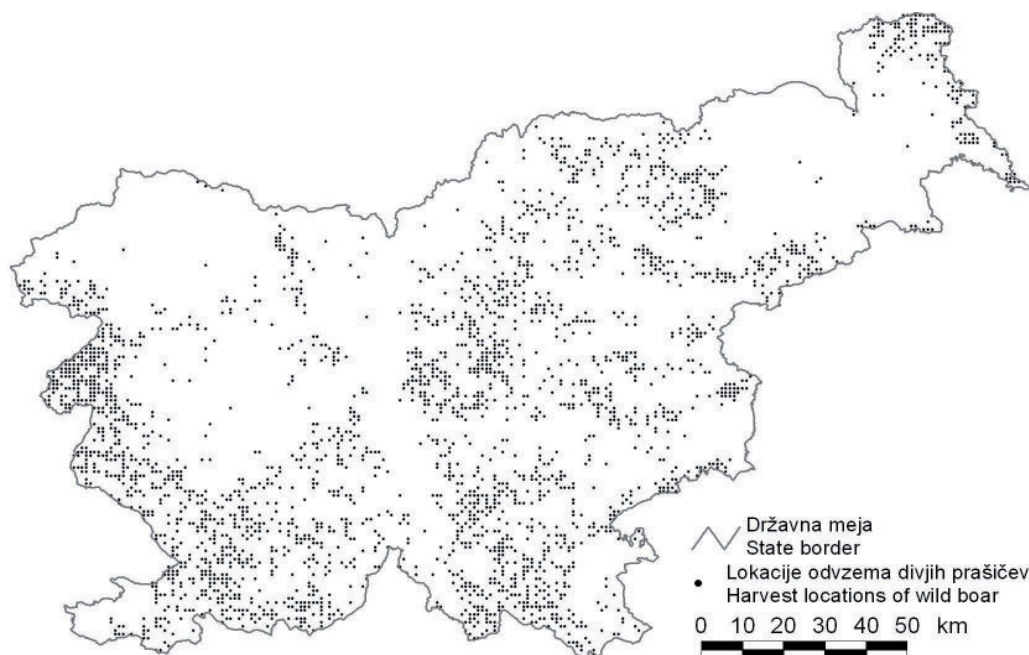
#### ZBIRANJE IN PRIPRAVA PODATKOV O DIVJEM PRAŠIČU

#### GATHERING AND PREPARATION OF DATA ON WILD BOAR OCCURRENCE

V pričujoči raziskavi smo skušali združiti prednosti obeh prej predstavljenih metodik zajemanja podatkov. V ta namen

smo uporabili bazo »Osrednji slovenski register velike lovne divjadi in velikih zveri« (opisan v VIRJENT / JERINA 2004, ADAMIČ / JERINA 2006), ki vsebuje podatke o odvzemu vrst velike divjadi in velikih zveri, ki žive v Sloveniji. Ker prekriva vso Slovenijo, so podatki iz registra po prostorskem obsegu vsekakor reprezentativni za celotno državo. Iz slike 1 je razvidno, da so lokacije odvzema divjih prašičev razpršene skoraj po vsej državi. Mesta, na katerih so bili izločeni posamezni osebki, se za potrebe registra po enotni metodologiji v vsej Sloveniji določa na osnovi kart z vrisanimi kilometrskimi kvadranti in pripadajočim šifrantom. Podatki registra so prostorsko opredeljeni s kilometrsko natančnostjo, kar je za velikostni razred ali celo za nekaj razredov več od natančnosti podatkov, ki temeljijo na odstrelu, uporabljenih v drugih raziskavah habitatnega izbora divjega prašiča (npr. HELL / HRNČIAR / ŠIMIČAK 1984, VIRGOS 2002, ACEVEDO *et al.* 2005). Po pozicijski natančnosti so podatki registra že blizu podatkom klasične VHF- telemetrije, hkrati pa imajo to prednost, da pokrivajo veliko območje in vključujejo veliko različnih osebkov.

V raziskavo smo vključili podatke registra o divjih prašičih, ki so bili uplenjeni ali drugače odvzeti (povozi na prometnicah) leta 2004. Tega leta je bilo po uradni statistiki v Sloveniji skupaj izločenih 6448 prašičev; od tega jih register vključuje 6213. Zaradi možnih napak pri odčitavanju in vnosu podatkov smo veliko pozornost namenili njihovem naknadnemu čiščenju. Po uporabi logičnih filtrov in odstranitvi



Slika 1: Lokacije odvzema divjega prašiča v Sloveniji

Fig. 1: Harvest locations of wild boar in Slovenia

nepopolnih podatkovnih nizov (opisano v JERINA 2006) jih je za nadaljnje analize ostalo primernih 5977.

## ZBIRANJE IN PRIPRAVA PODATKOV O ZGRADBI PROSTORA

### GATHERING AND PREPARATION OF DATA ON ENVIRONMENTAL FACTORS

Z raziskavo smo želeli čim bolj celovito preučiti habitatne značilnosti divjega prašiča. Zato smo v analize vključili številne okoljske dejavnike, ki bi prek določanja količine in kakovosti hrane, dostopnosti varnostnega in termalnega kritja in drugih elementov habitatne primernosti lahko vplivali na pro-

storsko razporeditev prašiča (preglednica 1). Pri izboru spremenljivk smo izhajali iz ugotovitev raziskav drugih avtorjev (glej poglavje 2), ki so preučevali divjega prašiča. V analize smo vključili tudi več doslej nepreučeni spremenljivk, ki bi sodeč po raziskavah drugih vrst velike divjadi utegnile določiti tudi habitatni izbor divjega prašiča (zbrano v JERINA 2006).

Podatke o zgradbi prostora in drugih obravnavanih okoljskih spremenljivkah smo pripravili v rastrskem GIS s 1.000-metrsko prostorsko ločljivostjo na osnovi javno dostopnih in lastnih podatkovnih baz. Izdelali smo podatkovne plasti neodvisnih spremenljivk, v katerih vsaka rastrska celica podaja povprečno zgradbo površine te celice in sosednjih osmih celic. Vsaka celica vseh GIS-plasti torej podaja zgradbo obmo-

Preglednica 1: Seznam, šifre in viri analiziranih okoljskih spremenljivk

Table 1: List, codes and sources of analysed environmental variables

Opis GIS-plasti <i>Description of GIS layer</i>	Koda spremenljivke <i>Variable code</i>	Enota <i>Unit</i>	Vir podatkov <i>Source of data</i>
Nadmorska višina / <i>Altitude</i>	NDV_ABS	m	GURS 1995
Razlika med maks. in min. nadmorsko višino v kvadrantu <i>Difference between max. and min. altitudes in grid</i>	NDV_DELTA	m	
Jakost sončnega obsevanja / <i>Density of solar radiation</i>	SONCE	MJ/m <sup>2</sup>	GABROVEC 1996
Povprečna letna temperatura / <i>Average annual temperature</i>	TEMP	°C	ARSO 2004
Povprečna letna količina padavin <i>Average annual precipitation</i>	PADAV	mm	ARSO 2004a
Delež neporaslih površin (MKGP 2002, šifre: 3000, 5000, 6000, 7000) <i>Percentage of nonvegetated land use type</i>	RABA_1_%	%	MKGP 2002
Delež travnikov in zamočvirjenih zemljišč (MKGP 2002, šifre: 1310-1322, 4100-4220) <i>Percentage of meadows and marshy land</i>	RABA_2_%	%	
Delež kmetijskih obdelovalnih površin (MKGP 2002, šifre: 1100-1240) <i>Percentage of cultivated land</i>	RABA_3_%	%	
Delež površin v zaraščanju in mešane kmetijsko-gozdne rabe tal (MKGP 2002, šifre: 1410, 1500) <i>Percentage of early successional stages of forest and of mixed forest-agriculture land</i>	RABA_4_%	%	
Delež gozdov (MKGP 2002, šifre: 1420, 2000) / <i>Percentage of forests</i>	RABA_5_%	%	
Oddaljenost od najbližjega gozda / <i>Distance to the nearest forest</i>	ODD_OD_GOZD	m	
Oddaljenost od najbližjega negozda / <i>Distance to the nearest non-forest</i>	ODD_OD_NEG	m	
Gostota gozdnega roba / <i>Forest edge density</i>	ROB	m/km <sup>2</sup>	ZGS 1990, ZGS 2004
Površina največje zaplate gozda, ki vsaj delno leži v kvadrantu <i>Size of the largest forest fragment within grid</i>	ZAPLATA	km <sup>2</sup>	
Delež mladovij, mlajših in starejših drogovnjakov <i>Percentage of young stands, early and late pole stands</i>	MLD-DRG_%	%	
Delež debeljakov / <i>Percentage of mature stands</i>	DEB_%	%	
Delež drugih oblik sestojev (sestoji v pomlajevanju, prebiralni gozdovi, grmišča, itd.) <i>Percentage of other types of forests (stands in regeneration, selection forests, coppice)</i>	GOZD_OST_%	%	SURS 1997
Delež iglavcev / <i>Percentage of conifers</i>	IGL_%	%	
Indeks pestrosti gozdnih združb v kvadrantu / <i>Forest association diversity indeks</i>	ZDR_PESTR		
Oddaljenost od najbližje ceste javnega pomena / <i>Distance to the nearest public road</i>	ODD_CESTE	m	SURS 1997
Povprečna oddaljenost od najbližje glavne ceste / <i>Distance to the nearest major road</i>	ODD_CESTE_GL	m	
Povprečna oddaljenost od najbližjega naselja / <i>Distance to the nearest settlement</i>	ODD_NAS	m	
Število krmišč v kvadrantu / <i>Number of supplemental feeding places in grid</i>	KRM_N		ZGS 2004a
Gostota položene krme v kvadrantu / <i>Density of provided supplemental feed in grid</i>	KRM_KG	kg/km <sup>2</sup>	
Oddaljenost od najbližjega krmišča / <i>Distance to the nearest supplemental feeding place</i>	KRM_ODD	m	

čja s stranicami  $3 \times 3$  kilometre. Za takšno velikost osnovne prostorske enote smo se odločili, ker se dobro ujema z velikostjo celoletnih individualnih območij aktivnosti divjega prašiča v srednjem in južnem delu Evrope (BOITANI *et al.* 1994, KEULING / STIER / ROTH 2005). Z uporabo tako velike osnovne prostorske enote smo skušali čim bolj odstraniti neželene vplive morebitne sistematične napake, ki bi lahko izvirala iz načina zajemanja uporabljenih podatkov. Register namreč temelji na podatkih o mestih odvzema divjega prašiča, ki po ravni okoljskih dejavnikov niso nujno enaki območjem, na katerih ta živalska vrsta preživi večino časa.

## STATISTIČNE ANALIZE STATISTICAL ANALYSES

S prekrivanjem podatkovnih plasti zgradbe prostora in plasti odvzema divjih prašičev smo pridobili podatkovne nize odvisne spremenljivke in neodvisnih spremenljivk za nadaljnje statistične analize. Pri tem smo rastrske celice z evidentiranim pojavljanjem prašiča privzeli kot pozitivne primere (habitat), vse preostale rastrske celice v Sloveniji pa kot negativne primere (ne-habitat). Rastrske celice lovskih družin, ki leta 2004 niso oddale podatkov v register (9 družin) in so prašiča lovile, smo izločili iz statističnih analiz (4 % površine Slovenije), in sicer tako, da smo jim pripisali zelo majhno utež (0,001).

Prostorsko razporeditev divjih prašičev glede na okoljske dejavnike smo analizirali z binarno logistično regresijo, algoritmom *stepwise forward* v programskem paketu *SPSS 13.0 for Windows*. Pri osnovni varianti logistične regresije je odvisna spremenljivka binarna, kar ustreza našim podatkom (habitat, ne-habitat), neodvisne spremenljivke pa so lahko zvezne, diskretne ali tudi atributivne. Vse neodvisne spremenljivke, vključene v pričujočo raziskavo, so bile v izhodiščni obliki zvezne. Ker oblike njihovih povezav (linearna, nelinearna) z odvisno spremenljivko nismo poznali, smo pare odvisne in neodvisnih spremenljivk preliminarno grafično analizirali. Če se je vpliv neodvisne spremenljivke na odvisno vzdolž gradienta neodvisne spremenljivke nelinearno spreminjal, smo jo zanemarili, v nasprotnem primeru pa smo jo v analizo vključili v nespremenjeni obliki (preglednica 3). Opisani analitski pristop zagotavlja pomembno prednost pred klasičnimi, v preteklosti pogosto uporabljenimi multivariatnimi modeli (npr. linearno regresijo, linearno diskriminativno analizo), saj ne predpostavlja linearne ali kakršnekoli druge povezave med odvisno in neodvisnimi spremenljivkami, zato omogoča izdelavo stvarnejših modelov.

Z naključnim izborom smo podatkovne nize razdelili v učno in testno podmnožico. Prvo (vsebovala je dve tretjini vseh podatkovnih nizov) smo uporabili za izdelavo statističnega modela (v logistični regresiji), drugo pa za ugotavljanje njegove klasifikacijske točnosti. V obeh podmnožicah smo pozitivnim in negativnim primerom pripisali tolikšne uteži, da je bila ponderirana vsota pozitivnih in negativnih primerov enaka.

Z raziskavo smo želeli tudi ugotoviti, kje v prostoru so primerni habitati za divjega prašiča in bi jih le-ta v prihodnje lahko poselil. Prostorsko eksplicitni model habitata divjega prašiča smo izdelali z ekstrapolacijo rezultatov logistične regresije na GIS-plasti neodvisnih spremenljivk. Za doseg vizualne primerljivosti rezultatov modela s sedanjo prostorsko razširjenostjo divjega prašiča smo lokacijam odvzema prašiča (slika 1) s fiksno kernelsko metodo (WORTON 1989) prilagodili tridimenzionalno funkcijo, ki podaja empirične verjetnosti gostote odvzema prašiča. Pri tem smo uporabili faktor izravnave 1,5 km ter funkcijo tako optimizirali za območje, ki po površini ustreza površini celoletnega individualnega območja aktivnosti divjega prašiča. Z opisano obdelavo podatkov smo točkovnim podatkom odvzema prašiča prilagodili ploskovne poligone, ki zajemajo najmanjše območje, znotraj katerega je živel 35, 65 oz 95 odstotkov vseh odvzetih osebkov divjega prašiča v Sloveniji (slika 3: Populacijsko območje;  $P = 0,00 - 0,35, 0,00 - 0,65$  oz.  $0,00 - 0,95$ ). Ob predpostavki o premosorazmerni povezavi med višino odvzema in populacijsko gostoto prašiča opisana karta ponazarja tudi sedanje populacijsko območje razširjenosti prašiča v Sloveniji. Zaradi primerljivosti dejanske in potencialne prostorske razširjenosti prašiča smo model logistične regresije (slika 4) in empirično tridimenzionalno funkcijo gostote verjetnosti (slika 3) kategorizirali na intervale, ki pokrivajo enake deleže populacije (t.j. 35, 65 in 95 %).

## REZULTATI RESULTS

V preglednici 2 so ločeno za pozitivne (rastrske celice z registriranimi izločitvami divjega prašiča) in negativne (ostale rastrske celice) primere podani osnovni statistični parametri obravnavanih neodvisnih spremenljivk. Z Mann-Whitneyevim U-testom smo za vse spremenljivke ugotovili statistično značilne razlike med primerjanima skupinama (pri tveganju, manjšem od 0,001). Razlike v mediani pozitivnih in negativnih primerov so največje pri spremenljivki oddaljenost od najbližjih krmišč (KRM\_ODD), nato pri spremenljivki gostoto

ta položene krme (KRM\_KG), sledi število krmišč (KRM\_N) itd. (preglednica 2, stolpec rang).

Odziv odvisne spremenljivke na variiranje neodvisne spremenljivke je pri večini neodvisnih spremenljivk približno linearen (preglednica 3), pri sedmih od skupno 25 analiziranih spremenljivk pa nelinearen. Vse slednje smo kategorizirali v 5 oz. 10 razredov (preglednica 3, zadnji stolpec) in jih kot kategorialne spremenljivke vključili v binarno logistično regresijo.

Logistična regresija napoveduje, da je primernost nekega prostora za habitat prašiča pogojena z vrednostmi enajstih okoljskih dejavnikov (preglednica 4). Kakovost habitata se povečuje:

- z naraščanjem celoletne povprečne temperature zraka (TEMP); glej tudi sliko 2 (B),
- s povečevanjem deleža mešane kmetijsko-gozdne rabe tal in deleža površin v zaraščanju (RABA\_4\_%) in

- s povečevanjem jakosti sončnega obsevanja (SONCE).

Zmanjšuje pa se z:

- oddaljenostjo od najbližjega krmišča (ODD\_KRM); glej tudi sliko 2 (A),
- naraščanjem povprečne celoletne količine padavin (PADAV),
- naraščanjem deleža neporaslih površin (RABA\_1\_%),
- naraščanjem deleža travnikov in zamočvirjenih zemljišč (RABA\_2\_%),
- naraščanjem površinskega deleža ne-odraslega gozda oz. mlajših sestojev (MLD-DRG\_%) in
- naraščanjem deleža iglavcev v skupni lesni zalogi sestojev (IGL\_%).

Na prostorsko razporeditev divjega prašiča vplivata tudi delež gozda (RABA\_5\_%) in fragmentiranost gozda (ZA-

Preglednica 2: Primerjava osnovnih statističnih parametrov analiziranih spremenljivk za pozitivne in negativne primere

Table 2: Comparison of basic statistical parameters of analysed variables between positive and negative cases

	Pozitivni primeri (habitat) <i>Positive cases (habitat)</i>			Negativni primeri (nehabitat) <i>Negative cases (non-habitat)</i>			Mann-Whitney U test*	
	Percentile $X_{0.05}$	Mediana <i>Median</i>	Percentile $X_{0.95}$	Percentile $X_{0.05}$	Mediana <i>Mediane</i>	Percentile $X_{0.95}$	Z	Rang
NDV_ABS	193	503	985	178	468	1340	10.7	25
NDV_DELTA	78	349	738	23	294	1023	45.7	16
SONCE	3653	4041	4431	3497	4061	4354	13.2	23
TEMP	6	9	11	4	9	10	49.6	13
PADAV	800	1418	2295	805	1350	2451	26.9	21
RABA_1_%	0.4	2.8	9.8	0.4	5.3	31.5	-176.1	4
RABA_2_%	2.4	14.4	30.9	0.8	16.6	37.6	-44.6	18
RABA_3_%	0.0	2.9	30.4	0.0	5.3	56.9	-67.9	9
RABA_4_%	0.2	1.8	8.3	0.0	1.4	7.4	53.8	12
RABA_5_%	40.3	73.2	95.4	11.3	60.0	96.2	148.3	5
ODD_OD_GOZD	36	64	184	35	82	370	-90.8	7
ODD_OD_NEG	64	174	494	46	122	473	130.8	6
ROB	1008	4378	8336	814	4503	8111	-12.1	24
ZAPLATA	5	4088	5505	0	4088	5505	44.8	17
MLD-DRG_%	4.2	35.9	65.4	5.3	41.2	71.5	-64.9	10
DEB_%	14.0	41.1	83.0	10.8	40.7	79.4	21.3	22
GOZD_OST_%	0.9	14.2	62.9	0.6	10.5	63.2	55.6	11
IGL_%	1.1	29.2	78.6	1.4	40.0	88.3	-79.6	8
ZDR_PESTR	0.27	1.10	1.87	0.38	1.19	1.95	-46.4	15
ODD_CESTE	268	564	1808	225	501	2517	47.7	14
ODD_CESTE_GL	481	1163	3751	446	1052	3906	27.1	20
ODD_NAS	495	1018	3492	350	931	5081	38.4	19
KRM_N	0	1	5	0	0	3	224.7	3
KRM_KG	0	108	1407	0	8	521	238.1	2
KRM_ODD	690	1175	3674	865	2414	13747	-256.2	1

\* Razlike med skupinama so pri vseh spremenljivkah statistično značilne s tveganjem, manjšim od 0,001 ( $p < 0,001$ )

\* Differences between groups are for all variables statistically significant with risk below 0,001 ( $p < 0,001$ )

Preglednica 3: Priprava spremenljivk za logistično regresijo

Table 3: Preparation of variables for logistic regression

Spremenljivka <i>Variable</i>	Odziv odvisne spremenljivke na variiranje neodvisne spremenljivke <i>Response of dependent variable on variation of independent variable</i>	Število in meje (v oklepaju) ustvarjenih razredov pri kategorizaciji spremenljivke <i>Number and borders (in parenthesis) of created classes in variable discretization</i>
NDV_ABS	Nelinearen / <i>Non-linear</i>	5 (296; 420; 557; 736)
NDV_DELTA	Linearen / <i>Linear</i>	/
SONCE	Linearen / <i>Linear</i>	/
TEMP	Nelinearen / <i>Non-linear</i>	5 (8; 9; 10; 11)
PADAV	Nelinearen / <i>Non-linear</i>	5 (1119; 1301; 1501; 1712)
RABA_1_%	Linearen / <i>Linear</i>	/
RABA_2_%	Linearen / <i>Linear</i>	/
RABA_3_%	Linearen / <i>Linear</i>	/
RABA_4_%	Linearen / <i>Linear</i>	/
RABA_5_%	Nelinearen / <i>Non-linear</i>	10 (31,5; 46,1; 56,3; 62,9; 68,7; 73,8; 78,9; 84,9; 91,4)
ODD_OD_GOZD	Linearen / <i>Linear</i>	/
ODD_OD_NEG	Nelinearen / <i>Non-linear</i>	5 (65; 84; 105; 125; 177; 212; 270; 368)
ROB	Linearen / <i>Linear</i>	/
ZAPLATA	Nelinearen / <i>Non-linear</i>	5 (1,48; 43,28; 211,50; 4087,66)
MLD-DRG_%	Linearen / <i>Linear</i>	/
DEB_%	Linearen / <i>Linear</i>	/
GOZD_OST_%	Linearen / <i>Linear</i>	/
IGL_%	Linearen / <i>Linear</i>	/
ZDR_PESTR	Linearen / <i>Linear</i>	/
ODD_CESTE	Linearen / <i>Linear</i>	/
ODD_CESTE_GL	Linearen / <i>Linear</i>	/
ODD_NAS	Linearen / <i>Linear</i>	/
KRM_N	Linearen / <i>Linear</i>	/
KRM_KG	Linearen / <i>Linear</i>	/
KRM_ODD	Nelinearen / <i>Non-linear</i>	5 (967; 1278; 1875; 3329)

PLATA), vendar pa se njun vpliv vzdolž gradienta lastnih vrednosti nemonotono spreminja (preglednica 4, slika 2). Pri povečevanju gozdnatosti se verjetnost rabe prostora divjega prašiča najprej povečuje in doseže največjo vrednost pri intervalu gozdnatosti 73,8 – 78,9 %, ko je za skoraj trikrat večja kot pri intervalu gozdnatosti 0 – 31,5 %; z nadaljnjim povečevanjem deleža gozda začne upadati in je pri intervalu gozdnatosti 73,8 – 78,9 % za 55 % (interval zaupanja za razmerje obetov: 1,478 – 1,624) večja kot pri intervalu gozdnatosti 91,4 – 100 %. Tudi z naraščanjem velikosti zaplate gozda verjetnost rabe prostora najprej narašča in je največja v zaplatah s površino 43 – 211 km<sup>2</sup>, z nadaljnjim naraščanjem pa počasi, a statistično značilno upada (slika 2, preglednica 2).

Glede na absolutno jakost vplivov si spremenljivke v logističnem modelu padajoče sledijo v naslednjem vrstnem redu:

- oddaljenost od najbližjega krmišča (razmerje obetov med »najboljšo« in »najslabšo« kategorijo znaša 1 : 10,5; v nadaljevanju  $\Delta OBET =$ ),
- povprečna letoletna temperatura ( $\Delta OBET = 1 : 4,2$ ),

- delež gozda ( $\Delta OBET = 1 : 2,9$ ),
- povprečna letoletna količina padavin (razmerje obetov pri spremembi vrednosti spremenljivke iz 5 v 95 percentil znaša 0,233 : 1 oz. 1 : 4,29; v nadaljevanju  $\Delta OBET\_PERC =$ ),
- deleža mešane kmetijsko-gozdne rabe tal in deleža površin v zaraščanju ( $\Delta OBET\_PERC = 1 : 3,6$ ),
- delež neporaslih površin ( $\Delta OBET\_PERC = 1 : 3,7$ ),
- površina zaplate gozda ( $\Delta OBET = 1 : 2,8$ ),
- delež travnikov in zamočvirjenih zemljišč ( $\Delta OBET\_PERC = 1 : 2,4$ ),
- površinski delež neodrskih gozdov ( $\Delta OBET\_PERC = 1 : 1,7$ ),
- delež iglavcev ( $\Delta OBET\_PERC = 1 : 1,7$ ),
- jakost sončnega obsevanja ( $\Delta OBET\_PERC = 1 : 1,1$ ).

Logistični model za mejno verjetnost 0,5 pravilno razvršča 77,4 % enot testne množice (preglednica 5); integral površine pod ROC krivuljo pa znaša 0,82, kar pomeni, da model v povprečju za vse mejne verjetnosti pravilno razvršča celo 82 %

Preglednica 4: Spremenljivke in koeficienti v modelu habitata divjega prašiča, izdelanega z logistično regresijo

Table 4: Variables and estimated coefficients of the fitted logistic regression model of wild boar habitat

	Ocena parametra Parameter estimate	St. napaka St. error	Waldova statistika Wald statistic	SP DF	p-vredn. p-value	Razmerje obetov** Odds ratio**	95 % IZ za razm. obetov** 95 CI for odds ratio**
* KRM_ODD			20498	4	0,000		
1	2,354	0,018	16702	1	0,000	10,531	10,16 - 10,91
2	1,826	0,017	11601	1	0,000	6,211	6,006 - 6,419
3	1,309	0,016	6406	1	0,000	3,703	3,588 - 3,82
4	0,817	0,016	2483	1	0,000	2,264	2,194 - 2,336
* TEMP			3287	4	0,000		
1	-1,435	0,027	2793	1	0,000	0,238	0,226 - 0,251
2	-0,949	0,025	1485	1	0,000	0,387	0,369 - 0,407
3	-0,590	0,022	726	1	0,000	0,554	0,531 - 0,579
4	-0,597	0,022	714	1	0,000	0,551	0,527 - 0,575
* RABA_5_%			3205	9	0,000		
1	-0,632	0,043	217	1	0,000	0,532	0,489 - 0,578
2	-0,489	0,037	171	1	0,000	0,613	0,570 - 0,659
3	-0,186	0,034	31	1	0,000	0,830	0,777 - 0,887
4	0,300	0,031	97	1	0,000	1,350	1,270 - 1,434
5	0,317	0,028	127	1	0,000	1,373	1,300 - 1,450
6	0,399	0,026	238	1	0,000	1,490	1,416 - 1,568
7	0,438	0,024	340	1	0,000	1,550	1,478 - 1,624
8	0,142	0,022	43	1	0,000	1,152	1,207 - 1,305
9	0,227	0,020	129	1	0,000	1,255	1,104 - 1,203
PADAV	-0,00096	0,00002	3123	1	0,000	0,233	0,221 - 0,245
RABA_4_%	0,16278	0,00302	2897	1	0,000	3,618	3,453 - 3,792
RABA_1_%	-0,06931	0,00192	1308	1	0,000	0,268	0,250 - 0,288
* ZAPLATA			1049	4	0,000		
1	-0,807	0,029	779	1	0,000	0,446	0,422 - 0,472
2	-0,362	0,021	295	1	0,000	0,696	0,668 - 0,726
3	0,058	0,017	11	1	0,001	1,060	1,025 - 1,096
4	0,012	0,012	1	1	0,346	1,012	0,989 - 1,036
RABA_2_%	-0,02673	0,00109	598	1	0,000	0,410	0,381 - 0,440
MLD-DRG_%	-0,00836	0,00034	594	1	0,000	0,583	0,558 - 0,609
IGL_%	-0,00628	0,00029	467	1	0,000	0,593	0,566 - 0,622
SONCE	0,00015	0,00003	22	1	0,000	1,130	1,074 - 1,189
Konstanta Constant	0,916	0,114	65	1	0,000	2,498	

\* Kategorialna spremenljivka; primerjalni razred je vselej zadnji razred (5. ali 10.); glej tudi preglednico 3

\* Discrete variable; reference class is always the last class (5th or 10th), see also Table 3

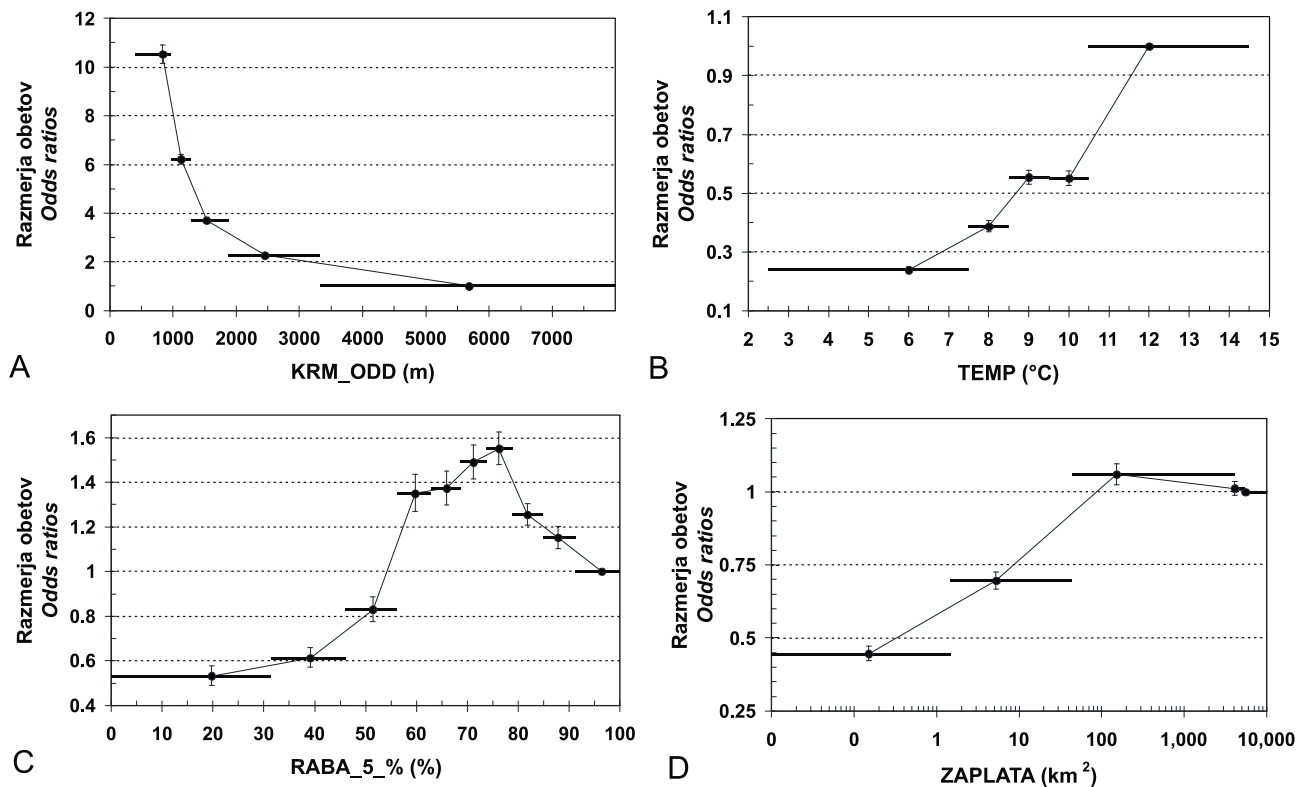
\*\* Za zvezne (nekategorialne) spremenljivke so podana razmerja obetov pri spremembi spremenljivke iz njenega 5. v 95. percentil ( $X_{0,05} \rightarrow X_{0,95}$ )

\*\* For continuous (non-discrete) variables, the odds ratio for the change of the variable from its 5th to 95th percentile ( $X_{0,05} \rightarrow X_{0,95}$ ) are given

enot. Pri mejni verjetnosti 0,5 model pravilno razvršča 82,6 % pozitivnih in 72,2 % negativnih primerov. Ker je klasifikacijska natančnost pozitivnih primerov večja od negativnih, domnevamo, da je zgradba rastrskih celic pozitivnih primerov (habitata) homogenejša od zgradbe negativnih primerov (nehabitata). Verjetno zato, ker nekateri predeli, kjer pojavljanja divjega prašiča sicer nismo evidentirali in so bili zato uvrščeni med negativne primere, v resnici ustrezajo habitatnim zahtevam divjega prašiča. Tudi iz preglednice 6, ki podaja velikost sedanjega območja razširjenosti in potencialnega habitata divjega prašiča v Sloveniji, je razvidno, da je površina slednjega večja.

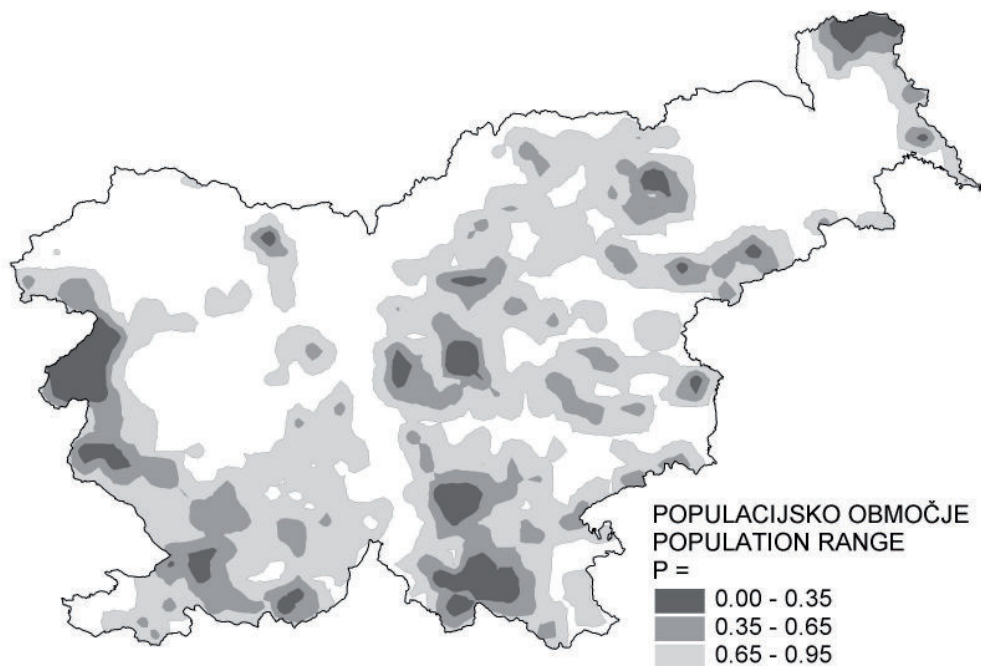
Divji prašič zdaj poseljuje okoli 55 % Slovenije, njegov potencialni habitat pa zavzema 67 % države, kar je za 22 % več od dejansko poseljenega. V najboljših habitatih ( $P = 0,00 - 0,35$ ; gostota odstrela: 2,4 / km<sup>2</sup>) so razlike še večje: modelni habitat namreč presega dejansko poseljenega kar za 108 %. Opisane razlike so razvidne tudi iz slik 3 in 4, ki prikazujeta sedanjo in potencialno območje razširjenosti divjega prašiča v Sloveniji. Odmiki med sedanjim in potencialnim stanjem so največji na Primorskem: v Istri in v južnem delu obmejnega pasu z Italijo. Pričakujemo lahko, da se bosta tam prostorska razširjenost in populacijska gostota v prihodnje najhitreje povečevali.





Slika 2: Logistični model habitata divjega prašiča – napovedana razmerja obetov pri spremenljivkah: oddaljenost od najbližjega krmišča (A), povprečna celoletna temperatura zraka (B), delež gozda (C), velikost zaplate gozda (D)

Fig. 2: Fitted logistic regression model of wild boar habitat – predicted odds ratios for variables: Distance to the nearest feeding place (A), Average annual temperature (B), Percentage of forest (C), and Size of the largest forest fragment (D)



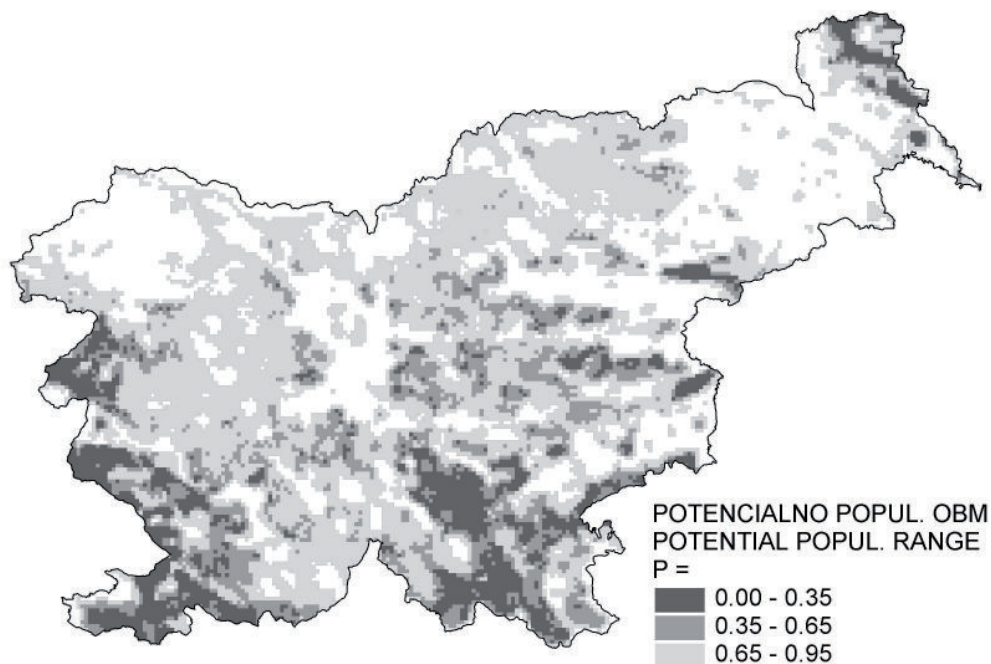
Slika 3: Sedanje območje razširjenosti divjega prašiča, ugotovljeno s fiksno kernelsko metodo; v senčenih območjih je živel 35, 65 oz. 95 % vseh odvzetih osebkov divjega prašiča v Sloveniji

Fig. 3: Current distribution range of wild boar estimated with fixed kernel method; in shadowed areas lived 35, 65 and 95% of all harvested wild boars in Slovenia

Preglednica 5: Logistični model habitata divjega prašiča: natančnost razvrščanja enot testne množice

Table 5: Logistic model of wild boar habitat: classification accuracy for test dataset

Mejna verjetnost: 0,500 The cut value: 0.500		Napovedano / Predicted	
		Nehabitat / Non-habitat	Habitat / Habitat
Dejansko Observed	Nehabitat / Non-habitat	72,2	27,8
	Habitat / Habitat	17,4	82,6
Povprečje / Average		77,4	



Slika 4: Prostorsko eksplicitni model habitata divjega prašiča; v senčenih območjih je živel 35, 65 oz. 95 % vseh odvzetih osebkov divjega prašiča v Sloveniji

Fig. 4: Spatially explicit model of wild boar habitat; in shadowed areas lived 35, 65 and 95% of all harvested wild boars in Slovenia

Preglednica 6: Primerjava površin sedanjega območja razširjenosti in modela habitata divjega prašiča v Sloveniji

Table 6: Comparison of size of current distribution range and of spatially explicit model of habitat for the wild boar in Slovenia

Populacijsko območje razširjenosti divjega prašiča Population range of wild boar						Primerjava potencialnega in aktualnega stanja (indeks površin) Comparison of potential and current state (index of areas)
Sedanje stanje Current state			Potencialno (modelno) stanje Potential (model) state			
Kernelska metoda Kernel method P =	Površina (km <sup>2</sup> ) Area (km <sup>2</sup> )	Površina (%) Area (%)	Gostota odvzema (N/km <sup>2</sup> ) Harvest density (N/km <sup>2</sup> )	Površina (km <sup>2</sup> ) Area (km <sup>2</sup> )	Površina (%) Area (%)	
0,00 - 0,35	937	4,6	2,24	1950	9,6	2,08
0,35 - 0,65	2739	13,5	0,66	3119	15,4	1,14
0,65 - 0,95	7468	36,8	0,24	8531	42,1	1,14
Skupaj / Total 0,00-0,95	11144	54,9	0,51	13601	67,0	1,22
Ostalo Other	9143	45,1	0,03	6686	33,0	0,73

## RAZPRAVA DISCUSSION

Pričujoča raziskava temelji na prostorsko opredeljenih podatkih o uplenjenih divjih prašičih. Zato so njeni rezultati zaradi sezonske in cirkadiane migratornosti prašiča in specifik lova na to živalsko vrsto lahko potencialno sistematično zamaknjeni: (a) v prid rabe prostora prašiča v času, ko je lov nanj najbolj intenziven (določen del dneva in leta) ali (b) v prid zgradbe predelov, kjer je lov na to živalsko vrsto pogostejši oz. uspešnejši (npr. bližina krmišč).

(A) KASTELEC (2006) poroča, da na Kočevskem največ divjih prašičev uplenijo avgusta, najmanj pa marca; razlike med deli leta so sicer znatne, nikakor pa ne drastične. Uporabljeni podatki torej dovolj enakomerno pokrivajo habitatni izbor prašiča v vseh delih leta. Za omilitev morebitnega vpliva cirkadianih migracij prašiča v povezavi s časom njegovega odstrela na rezultate raziskave smo za osnovno prostorsko celico analiz privzeli razmeroma velika območja (3×3 km), ki po velikosti ustrezajo velikosti celoletnih individualnih območij aktivnosti prašiča. Ker so dnevno-nočne migracije pri večini vrst sesalcev zmerno-toplega klimatskega pasu znatno krajše od sezonskih (TELFER 1978, MYSTERUD *et al.* 2001), je verjetnost, da so bili prašiči pogosto uplenjeni zunaj območij aktivnosti, ki jih navadno uporabljajo, zelo majhna.

(B) V Sloveniji se lov na prašiča opravlja s tehniko »pritska« ali pa s tehniko »čakanja« ob krmiščih. V nekaterih delih prevladuje prva od obeh naštetih tehnik lova, drugod pa druga (ustno sporočilo Jože Muhič, namestnik vodje LPN Medved, Rado Ferfila, predsednik LD Senožec), vendar kumulativno po številu uplenjenih živali prevladuje drugi naštet način lova.

Na osnovi zgoraj navedenih informacij lahko sodimo, da prvi od obeh naštetih možnih virov sistematične napake ni tako velik, da bi lahko pomembno vplival na rezultate raziskave, drugi pa lahko. Ugotovljeni rezultati verjetno nekoliko precenjujejo dejanski vpliv krmišč na prostorsko razporeditev prašiča, kar je treba pri njihovi interpretaciji upoštevati. Pri tem pa je treba opozoriti, da so tudi podatki, zbrani z drugimi tehnikami, vedno obremenjeni z določeno (pogosto tudi z veliko!) sistematično napako. Sledenje živali s klasično VHF-radiotelemetrijo lahko npr. daje zelo pristranske rezultate oz. so le-ti veljavni le za določen del dneva in ob specifičnih razmerah, saj se lokacije živali praviloma snemajo podnevi in ob dobrem vremenu (BEYER / HAUFLER 1994, RODGERS / REMPEL / ABRAHAM 1996, ARTHUR / SCHWARTZ 1999,

SCHWARTZ / ARTHUR 1999). Poleg tega lahko spremljane živali zaradi stalnih motenj, ki jih povzročajo snemalci, spremeni normalne vedenjske vzorce in živali začno uporabljati drugačen prostor (WHITE / GARROT 1990, SCHWARTZ / ARTHUR 1999). Pri GPS-telemetriji se snemanja sicer praviloma opravljajo neprekinjeno, vendar pa na delovanje sistema lahko selektivno vplivajo vegetacija, topografija in tudi aktivnost živali; poleg tega je vzorec spremljanih osebkov in območje veljavnosti raziskave praviloma majhno (zbrano v JERINA 2006). V primerjavi z drugimi tehnikami zajemanja podatkov dajejo podatki registra to pomembno prednost, da pokrivajo veliko površino in vključujejo široke gradiente preučevanih spremenljivk. Zato lahko domnevamo, da smo vplive neodvisnih spremenljivk lahko ugotovili, če le obstajajo.

Logistična regresija in univariatne analize skladno napovedujejo, da na prostorsko razporeditev divjega prašiča najbolj vplivajo krmišča. Verjetnost, da divji prašič uporablja neki prostor, se z oddaljenostjo od krmišč strmo zmanjšuje (slika 2) in je za območja, ki so najbližje krmiščem (od 0 do ≈ 1000 m), prek 10-krat večja od verjetnosti rabe območij, ki so od krmišč najbolj oddaljena (>3300 m). Kot smo že zapisali, je vpliv krmišč na prostorsko razporeditev divjega prašiča v rezultatih pričujoče naloge verjetno precenjen, saj analize temeljijo na podatkih odvzema prašiča, lov na to živalsko vrsto pa se v Sloveniji najpogosteje opravlja prav na krmiščih. Kljub temu domnevamo, da evidentirani vpliv krmišč ni zgolj posledica specifik zajemanja izhodiščnih podatkov, marveč tudi dejanskih vplivov krmljenja na prostorsko razporeditev in lokalne gostote divjega prašiča. Prostoživeče vrste velike parkljaste divjadi namreč izbirajo prehranske habitate, počivališča in druge funkcionalne sklope habitatov tako, da so ti med seboj čim manj oddaljeni, s čimer zmanjšujejo porabo energije za prehajanje (zbrano v JERINA 2006). V domačih telemetrijskih raziskavah jelenjadi (JERINA *et al.* 2002, JERINA 2003, JERINA 2006) smo npr. ugotovili, da na njeno celoletno in sezonsko prostorsko razporeditev najbolj vplivajo krmišča, zelo pomembna pa je tudi razporeditev gozdnih (kritje) in negozdnih površin (prehranski habitati). Celoletna individualna območja aktivnosti spremljanih osebkov so skoraj brez izjeme ležala v okolici enega ali več krmišč. Ker je hrana s krmišč priljubljena prehranska komponenta tudi pri divjem prašiču (SCHLEY / ROPER 2003 in viri, ki jih citira, CELLINA *et al.* 2005), lahko domnevamo, da krmišča vplivajo tudi na lokalno prostorsko razporeditev prašiča. To domnevo potrjujejo tudi rezultati raziskave, v kateri so vplive krmljenja na prostorsko razporeditev divjega prašiča preučevali na osnovi

telemetrijskih spremljav (FATTEBERT *et al.* 2005). V obdobju krmljenja so se spremljani divji prašiči zadrževali znatno bližje krmiščem kot pred in po njem. Poleg tega dopolnilna krma zaradi visoke energetske vrednosti divjemu prašiču povečuje skupno prehransko nosilno zmogljivost prostora, kar pomeni, da so na območjih z intenzivnim krmljenjem lahko tudi njegove lokalne populacijske gostote večje, kot bi sicer bile. Nekateri avtorji (CELLINA *et al.* 2005, SODEIKAT *et al.* 2005, SCHLEY *et al.* 2005) uvrščajo dopolnilno krmljenje celo med bolj pomembne dejavnike povečevanja reprodukcijskega uspeha in številčnosti divjega prašiča. Pri tem velja poudariti, da je krmljenje divjega prašiča v Sloveniji postalo eno rednih opravil lovskih organizacij.

Analize so pokazale, da na prostorsko razporeditev in populacijsko gostoto divjega prašiča vplivajo tudi klimatski dejavniki. Verjetnost njegove rabe prostora se na območju Slovenije občutno povečuje z naraščanjem celoletne povprečne temperature zraka (razmerje obetov 1 : 4,2) in upada z naraščanjem celoletne količine padavin (razmerje obetov 1 : 4,3), šibko pozitivno pa je povezana tudi z jakostjo sončnega obsevanja (razmerje obetov 1 : 1,1). Navedene zakonitosti so skladne z ugotovitvami raziskav drugih avtorjev (npr. HELL / HRNČIAR / ŠIMIČAK 1984, FERNANDES-LLARIO 2004, MELIS *et al.* 2006) oz. jih dopolnjujejo. Divji prašič očitno najde optimalne življenjske razmere v toplih območjih z malo padavinami, kjer so zime kratke in z malo snega, vegetacijska doba pa je dolga. MELLIS *et al.* (2006) tako ugotovljajo, da se populacijske gostote divjega prašiča v zahodni Evraziji z naraščanjem geografske širine iz 37 na 60 stopinj zmanjšajo za tri velikostne razrede, to je iz 10 na 0,1 osebk / km<sup>2</sup>. Zanimivo je, da kljub izredno širokemu gradientu temperaturnih razmer v območjih, ki jih navedena raziskava vključuje, populacijske gostote prašiča ob naraščanju temperature neprestano naraščajo. Enako smo ugotovili tudi v naši raziskavi. Poleg tega smo ugotovili, da se habitatna primernost povečuje tudi z jakostjo sončnega obsevanja. Zato lahko obravnavano živalsko vrsto vsekakor opredelimo kot izrazito toploljubno. Na ozemlju celotne Slovenije in verjetno v večjem delu Evrope jo omejujejo le nizke, ne pa tudi visoke temperature. V Sloveniji je manj kot 5 % divjih prašičev uplenjenih na območjih s povprečno celoletno temperaturo zraka  $\leq 6$  °C, kar približno ustreza nadmorski višini nad 1000 m. Višje oz. na hladnejših območjih pa so njegove populacijske gostote že zelo nizke; verjetno je tam pogostejši le v toplem delu leta. MELLIS *et al.* (2006) so ugotovili, da na populacijsko gostoto prašiča najbolj vplivajo temperature v zimskem času, kar naj bi bila

posledica povečane mortalitete te živalske vrste na območjih s pogostimi hudimi zimami. Divji prašič je v primerjavi z drugimi vrstami velike parkljaste divjadi zmernega klimatskega pasu morfološko in fiziološko namreč slabo prilagojen snegu in nizkim temperaturam. Zaradi manj ugodnega razmerja med površino in volumnom telesa (PARKER 1988) so še zlasti občutljivi mladiči. Divje svinje zato praviloma polegajo na lokacijah z višjo temperaturo in dobrim vertikalnim kritjem, ki jih varuje pred dežjem in vplivi drugih ekstremnih abiot-skih dejavnikov (FERNANDES-LLARIO 2004). Kljub temu je v letih z dolgimi zimami in hladnimi deževnimi pomladmi mortaliteta nedoraslih prašičev velika (GEISSER / REYER 2005). Toplotna prevodnost mokrega kožuha je namreč zelo povečana, posledično je povečana tudi poraba energije za vzdrževanje stalne telesne temperature (PARKER 1988), verjetnost podhladitve in smrti. V naši raziskavi smo ugotovili, da je populacijska gostota prašiča negativno odvisna od povprečne celoletne količine padavin. Verjetno so pomemben vzrok te povezave prav povečane mortalitete nedoraslih prašičev na območjih z obilnejšimi snežnimi padavinami in pogostnejšimi pomladanskim dežjem.

Poleg klimatskih in antropogeno povzročenih (krmišča) dejavnikov na prostorsko razporeditev divjega prašiča odločilno vplivata tudi zgradba krajine in notranja zgradba gozda. Na kakovost habitata za prašiča (sodeč po rezultatih logistične regresije) vplivajo naslednji dejavniki: (a) delež neporaslih površin (pri povečanju deleža neporaslih površin z 0 na 29 % se verjetnost rabe prostora zmanjša za 3,7-krat) ter travnikov in zamočvirjenih zemljišč (pri povečanju deleža te kategorije z 1 na 37 % se verjetnost rabe prostora zmanjša za 2,4-krat), (b) delež mešane kmetijsko-gozdne rabe tal in površin v zaraščanju (pri povečanju deleža teh dveh kategorij z 0 na 8 % se verjetnost rabe poveča za 3,6-krat). Poleg tega je habitatna primernost odvisna tudi od površinske zastopanosti gozda in njegove fragmentacije; največja je pri gozdnosti med 75 – 80 % in v zaplatah gozda, katerih površina meri nad 40 km<sup>2</sup>. Habitatna primernost se povečuje tudi z naraščanjem površinskega deleža odraslih gozdov (z naraščanjem površinskega deleža mlajših gozdov, t.j. mladovij do starejših drogovnjakov s 5 na 71 % se verjetnost rabe zmanjša za 1,7-krat) in povečevanja deleža listavcev (z naraščanjem deleža iglavcev z 1 na 88 % se verjetnost rabe zmanjša za 1,7-krat).

Naštete spremenljivke so očitno povezane z osnovnimi ekološkimi faktorji, ki določajo zmožnost preživetja in populacijsko dinamiko divjega prašiča: z dostopnostjo in kakovostjo kritja ter hrane. Gozd je osnovni habitat divjega prašiča.

Daje mu kritje pred nemiro, plenilci in ekstremnimi abiot-skimi dejavniki; v njem samice polegajo mladiče; le v gozdu se lahko prašiči tudi podnevi prikrito umikajo pred motnjami, kot sta človek in plenilci. Zato se z naraščanjem gozdnatosti in s povečevanjem velikosti zaplat gozda populacijska gostota prašiča povečuje. Vendar le do neke mere, saj le-ta za preživetje poleg kritja in prostora potrebuje tudi hrano. Iz prehranskih raziskav divjega prašiča (SCHLEY / ROPER 2003) je razvidno, da je ta vsejeda vrsta sicer prehranski generalist, vendar pa se v njeni prehrani vselej pojavlja vsaj en energetsko bogat vir hrane, na katerega se priložnostno tudi specializira (npr. koruza, žita, stročnice in druge kmetijske rastline, bukov žir, hrastov želod in semena drugih plodonosnih vrst gozdnega drevja in grmovnic itd.). Ista avtorja poročata, da so kmetijske kulture v vsej zahodni Evropi pomembna prehranska komponenta divjega prašiča. Ker imajo visoko energijsko vrednost, njihova dostopnost odločilna vpliva na hitrost telesne rasti, na nataliteto in tudi populacijsko dinamiko divjega prašiča. GEISSER in REYER (2005) tako ugotavljata, da vsakoletna hitrost populacijske rasti divjega prašiča v kantonu Thurgau v Švici tesno korelira s površino njiv, zasajenih s koruzo. Podobne vplive kmetijskih kultur na dinamiko populacij prašiča ugotavljajo tudi avtorji iz drugih delov Evrope (DARDAILLON 1983, SERVANTY *et al.* 2005, SODEIKAT *et al.* 2005). Tudi naša raziskava je pokazala, da verjetnost rabe prostora divjega prašiča narašča s povečevanjem deleža mešane gozdno-kmetijske rabe tal in površin v zaraščanju. Ob povečanju teh dveh kategorij s 5 v 95 percentil, oz. iz 0 na 8 % se verjetnost rabe prostora poveča kar za 3,6-krat! Poleg tega smo ugotovili, da se pri povečevanju gozdnatosti nad 80 % začne verjetnost rabe prostora zmanjševati. Verjetno zato, ker je pri gozdnatostih nad 80 % delež kmetijskih površin že tako majhen, da to vpliva na zmanjšano skupno prehransko nosilno zmogljivost prostora. Omenili smo že, da na populacijsko dinamiko divjega prašiča izrazito vpliva dostopnost energetsko bogatih virov hrane. Zunaj gozda so to kmetijske kulture, znotraj gozda pa semena plodonosnih vrst gozdnega drevja, kot so žir, hrast, kostanj (SCHLEY / ROPER 2003). V pričujoči raziskavi smo njihovo dostopnost skušali aproksimirati s površinskim deležem mlajših gozdov (mladovja-drogovnjaki), debeljakov in odraslih gozdov (sestoji v pomlajevanju, prebiralni gozdovi itd.) in z deležem listavcev v skupni lesni zalogi sestojev. Skladno z našimi pričakovanji so analize pokazale, da se verjetnost rabe prostora zmanjšuje z naraščanjem površinskega deleža mlajših gozdov in deleža iglavcev

v lesni zalogi sestojev, saj oba deleža določata manjšo biomaso semen plodonosnih vrst.

V pričujoči raziskavi smo prvič preizkusili uporabnost podatkov »Osrednjega slovenskega registra velike divjadi in velikih zverih« za preučevanje habitatnih značilnosti ene izmed živalskih vrst, ki jih register vključuje. Podatki registra in uporabljeni analitski pristopi so se po našem mnenju izkazali za uporabne in učinkovite, saj smo z njimi lahko potrdili vplive vseh glavnih doslej poznanih okoljskih dejavnikov, ki vplivajo na divjega prašiča, in ugotovili vplive tudi nekaterih prej še nepreučenihih spremenljivk (površinska zastopanost gozda in njegova fragmentacija, oblika rabe tal, jakost sončnega obsevanja). Poleg tega smo v nasprotju z večino dosedanjih raziskav v eni analizi hkrati obravnavali vplive vseh pomembnih dejavnikov, s čimer smo lahko ugotovili tudi njihove relativne pomene in jih kvantificirali. Z raziskavo smo skušali strniti in razširiti obstoječe temeljno poznavanje habitatnih značilnosti divjega prašiča. Rezultati so pomembni tudi z vidika možnih izboljšav obstoječega sistema upravljanja s populacijami divjega prašiča in napovedovanja prihodnjih trendov te živalske vrste v Sloveniji. Na osnovi izdelanega prostorsko eksplicitnega habitatnega modela lahko npr. zanesljivo sodimo, da se bo prostorska razširjenost in številčnost divjega prašiča v prihodnje še povečevala. Hitrost rasti bo še dodatno pospešena, če se bodo sedanji trendi spreminjanja okoljskih dejavnikov (povečevanje temperatur zaradi globalnih klimatskih sprememb, zaraščanje kmetijskih površin, povečevanje deleža listavcev na račun zmanjševanja deleža jelke in smreke) nadaljevali tudi v prihodnje. Zaradi vsega naštetega bo treba reševanju problematik, ki jih povzročata ta živalska vrsta, v prihodnje vsekakor posvetiti še več truda.

## POVZETEK

Divji prašič je ena najuspešnejših sinantropičnih vrst prostoživečih živali. Njegova številčnost in območje razširjenosti sta se v številnih evropskih državah vključno s Slovenijo v zadnjih desetletjih občutno povečali; posledično so se povečale tudi škode, ki jih ta generalistični omnivor povzroča na kmetijskih kulturah in travnikih. V Sloveniji je v preteklih 33 letih odstrel divjega prašiča naraščal s povprečno letno stopnjo 12,3 % in se v obdobju 1970 – 2002 povečal kar za 16-krat; škode po njem zdaj dosegajo že kakih 60 % vseh izplačanih škod po divjadi. Sistem upravljanja divjega prašiča je torej treba izboljšati, za kar je potrebno dodatno znanje. V

pričujoči raziskavi smo: (a) preučili, kako okoljski dejavniki vplivajo na prostorsko razporeditev in lokalne populacijske gostote divjega prašiča, (b) določili njegovo sedanje območje razširjenosti v Sloveniji in (c) izdelali prostorsko eksplicitni model habitatov prašiča, kamor bi se v prihodnje potencialno lahko še širil.

Raziskava temelji na analizah lokacij odvzema divjega prašiča ( $N = 5.977$ ), ki so prostorsko umeščene v mrežo s kilometrskimi kvadranti in pokrivajo celotno ozemlje RS. Zajeli smo jih iz t.i. »Osrednjega slovenskega registra velike lovne divjadi in velikih zverii«. Podatke o zgradbi prostora (npr. topografske in gozdno-vegetacijske značilnosti, krmljenje, ceste in naselja) in drugih obravnavanih okoljskih spremenljivkah (npr. temperatura, padavine) smo pripravili v rastrskem GIS-okolju. V raziskavo smo vključili številne okoljske spremenljivke, ki bi prek določanja habitatne primernosti lahko vplivale tudi na prostorsko razporeditev divjega prašiča. Pri analizah smo uporabili univariatne statistične metode in binarno logistično regresijo. Neodvisne spremenljivke, katerih vpliv na odvisno je bil nelinearen, smo pred vključitvijo v logistični model kategorizirali. Dve tretjini vseh podatkovnih nizov smo uporabili za pripravo logističnega modela, tretjino pa za ugotavljanje njegove klasifikacijske natančnosti. Sedanje območje razširjenosti divjega prašiča v Sloveniji smo določili na osnovi prostorske razporeditve lokacij odvzema prašiča s fiksno kernelsko metodo. Prostorsko eksplicitni habitatni model smo izdelali tako, da smo ugotovljeno logistično regresijsko funkcijo ekstrapolirali na modelni prostor. Primerjali smo površine sedanjega in potencialnega območja razširjenosti divjega prašiča v Sloveniji.

Binarna logistična regresija kaže, da je verjetnost rabe prostora multivariatno določena z vrednostmi 11 okoljskih spremenljivk, od katerih so 4 v model vključene kot kategorikalne spremenljivke, druge pa kot zvezne. Klasifikacijska natančnost logističnega modela je razmeroma dobra, saj znaša na testni množici v povprečju 77,4 %. Za pozitivne primere je večja (82,6 %) kot za negativne (72,2 %); verjetno zato, ker nekateri predeli, na katerih nismo zaznali divjega prašiča in smo jih zato uvrstili med negativne primere, dejansko ustrezajo habitatnim zahtevam obravnavane živalske vrste.

Vse okoljske spremenljivke, ki sodeč po rezultatih logistične regresije vplivajo na prostorsko razporeditev prašiča, je mogoče posplošiti v nekaj osnovnih ekoloških dejavnikov: hrano, toplotno okolje, kritje in prostor.

Prostorska razporeditev in lokalne gostote divjega prašiča so očitno močno odvisne od prehranske nosilne zmogljivosti

prostora. Logistični regresijski model namreč vključuje več spremenljivk, ki opredeljujejo količino in kakovost hrane, primerne za prašiča. Verjetnost rabe prostora tako narašča s povečevanjem deleža odraslih gozdov in deleža listavcev, saj se z naraščanjem deleža odraslih sestojev listavcev povečuje tudi biomasa semen (npr. žir, želod, kostanj) plodnosnih drevesnih vrst. Pozitivno je povezana tudi s površinskim deležem mešane kmetijsko-gozdne rabe tal in površin v zaraščanju. Verjetno zato, ker sta v tej kategoriji gozd in kmetijske površine malopovršinsko pomešane in bližina gozda (varnostnega kritja) omogoča prašiču intenzivnejšo izrabo kmetijskih kultur (prehranski habitat). Prostorska razporeditev divjega prašiča je odvisna tudi od gozdnatosti, vendar je ta povezava nelinearna. S povečevanjem deleža gozda verjetnost rabe prostora najprej narašča, doseže maksimum pri kategoriji 74 – 79 %, z nadaljnjim naraščanjem gozdnatosti pa upada. Sodimo, da verjetnost rabe prostora pri gozdnatosti, večji od 79 %, upada, ker je tedaj delež kmetijskih površin že tako majhen, da to vpliva na zmanjšano skupno prehransko nosilno zmogljivost prostora, obratno pa je pri gozdnatostih, manjših od 74 %, omejitveni faktor dostopnost varnostnega kritja (gozda). Od vseh obravnavanih spremenljivk na prašiča najbolj vplivajo krmišča: verjetnost rabe prostora se z oddaljenostjo od krmišč strmo zmanjšuje. Tako velik ugotovljen vpliv krmišč je sicer deloma tudi posledica tega, da pričujoča raziskava temelji na podatkih o odstrelu prašičev, le-ta pa se pogosto opravlja ob krmiščih. Vendar sodimo, da krmišča tudi dejansko pomembno vplivajo na prostorsko razporeditev in lokalne gostote divjega prašiča, saj dodajanje energetske bogate krme povečuje skupno nosilno zmogljivost prostora, poleg tega se divji prašič sezonsko koncentrira v okolici krmišč. Iz dosedanjih prehranskih raziskav divjega prašiča je razvidno, da so semena plodnosnih vrst, kmetijske kulture in dopolnilna krma zaradi priljubljenosti in visoke energijske vrednosti pomembna sestavina prehrane divjega prašiča. V pričujoči raziskavi smo pokazali, da njihova dostopnost odločilno vpliva tudi na lokalne gostote in prostorsko razporeditev prašiča ter verjetno tudi na njegovo populacijsko dinamiko.

Verjetnost rabe prostora je odvisna tudi od treh klimatskih spremenljivk: pozitivno od povprečne letne temperature in jakosti sončnega obsevanja (na toplih legah je verjetnost rabe večja), negativno od letne količine padavin. Naštete spremenljivke verjetno vsaj deloma vplivajo na divjega prašiča prek določanja njegovega toplotnega okolja. Na območjih z višjo temperaturo in na toplih legah divji prašič za vzdrževanje stalne telesne temperature porabi manj energije, kar mu omogoča,

da doseže ugodnejše neto energijske bilance. Ravno obratno pa pogostejše padavine povečujejo porabo energije, saj se toplotna prevodnost mokrega kožuha močno poveča. Pogoste padavine verjetno najbolj negativno vplivajo na vitalnost in večjo smrtnost mladičev, zlasti na predelih z nizkimi temperaturami. Na osnovi rezultatov pričujoče raziskave lahko sodimo, da pri nas divjemu prašiču najbolj ustrezajo najtoplejša območja z milimi zimami in malo snega. V Sloveniji prašiča omejujejo le nizke, ne pa tudi najvišje temperature.

Verjetnost rabe prostora je negativno odvisna od površinskega deleža neporaslih površin in je nelinearno povezana s stopnjo fragmentacije gozda. Nedorasle površine (tj. urbane površine, skalovja, vode ipd.) niso življenjski prostor divjega prašiča, zato je razumljivo, da se z njihovim površinskim naraščanjem gostota rabe prostora prašiča zmanjšuje. Evidentirani vpliv velikosti fragmenta gozda na obravnavano vrsto pa opozarja, da je le-ta tudi dovzetna za habitatno fragmentacijo. Verjetnost rabe prostora je tako naraščala z naraščanjem velikosti zaplat gozda, dokler te ne dosežejo površine 45 km<sup>2</sup>, potem pa se verjetnost rabe prostora ustali oz. celo nekoliko upade.

Analiza lokacij odvzema divjega prašiča je pokazala, da ta zdaj pokrivajo okoli 55 % ozemlja Slovenije, potencialni habitat prašiča pa obsega 67 % države. Prostorska razširjenost in številčnost divjega prašiča se bosta v Sloveniji v prihodnje torej še lahko povečevali. Naraščanje njegove številčnosti bo še hitrejšo, če se bodo sedanji trendi spreminjanja okoljskih dejavnikov (povečevanje temperatur zaradi globalnih klimatskih sprememb, povečevanje gozdnatosti, povečevanje deleža listavcev na račun zmanjševanja deleža jelke in smreke) nadaljevali tudi v prihodnje. Zaradi vsega naštetega bo reševanju težav, ki jih povzroča divji prašič, v prihodnje treba posvetiti še več pozornosti.

## SUMMARY

Wild boar is one of the most successful synantropic species among European mammals. Its population size and range have increased significantly in Slovenia and other European countries during the past decades. Consequently, the damage this generalistic omnivore inflicts upon agriculture increased as well. During the past 33 years, the harvest of wild boar increased at an average annual rate of 12.3% and has grown as much as 16-folds during the 1970 – 2002 period. Agricultural damage caused by wild boar already represents around 60% of all refunded game damages. Thus, the system of wild boar

management has much room for improvement. In this study we: (a) examined the influence of environmental factors on wild boar's spatial distribution and local population density, (b) defined its current population range in Slovenia, and (c) constructed a spatially explicit habitat model of wild boar.

The research is based on analyses of wild boar harvest locations (N = 5,977), which were spatially georeferenced onto a kilometer-quadrant net and cover the entire country. These were gathered from the s.c. »Central Slovene registry of large game species and large carnivores«. We prepared the data on spatial structure (e.g. topographic and forest-vegetation characteristics, supplemental feeding places, roads, and settlements) and other environmental variables (e.g. temperature, precipitation, etc) in a raster GIS environment. Numerous environmental variables that could influence the spatial distribution of boar through conditioning habitat quality were included. We used univariate statistical methods and binary logistic regression for the analyses. Independent variables, which had a non-linear relationship with dependent variables, were categorized prior to their inclusion in the logistical model. Two thirds of all datasets were used to build a logistical model, while the remaining third was used to estimate the accuracy of the classification model. The current area of wild boar distribution in Slovenia was identified using the spatial distribution of boar harvest locations with a fixed kernel method. We made the spatially explicit habitat model by linking the established logistic regression functions with GIS data layers. Afterward we compared the areas of current and potential wild boar distribution in Slovenia.

The binary logistic regression shows that the probability of space usage is multivariately conditioned by values of 11 environmental variables, four of which are included in the model as category variables and the rest as linear. The classificational accuracy of the logistic model is relatively good, and amounts to 77.4% on average within the test dataset. For positive cases it is higher (82.6%) than for the negative cases (72.2%), probably because some negatively classified areas where wild boar presence was not detected actually match its habitat requirements.

All environmental variables, which (according to the logistic regression results) influence the wild boar spatial distribution, can be generalized into some basic ecological factors: food, thermal environment, cover, and space respectively.

The spatial distribution and local wild boar densities obviously strongly depend on the carrying capacity of the space. The logistic regression model includes several variables

that define the quantity and quality of the food suitable to the boar. The probability of space usage thus increases with an increased percentage of mature forests and the percentage of deciduous forests, mainly because an increase in mature deciduous forests is concurrent with an increase in biomass of hard seed mast (e.g. acorn, chestnut). Space usage is also positively connected to the surface area of mixed agricultural-forest land and early succession stages of forests. This is likely a consequence of intermixed woodlands and agricultural areas on smaller areas in this category, where the near-by proximity of forest (security cover) with agricultural land provides the boar with a more intense use of crops (nutritional habitats). The wild boar spatial distribution also depends on the percentage of forest, yet this is a non-linear relationship. With the increase of forest surface, the probability of space usage increases at first, reaches a maximum at the 74–79% category, and then decreases with an increase in forest cover. We estimate that the probability of space usage decreases when forest cover exceeds 79%, because at this point the share of agricultural areas is so small that it influences the reduced joint caring capacity of space. In contrast, as forest cover drops below 74%, the accessibility of cover becomes the limiting factor. Of all the variables examined, supplemental feeding places affect the boar the most. The probability of space use declines steeply with distance from the feeding places. Such a large established influence of the feeding places can partly be explained by the fact that the research is based on boar kill data, with the kill often taking place near feeding sites. Nevertheless, we do believe that feeding places have an important influence on the wild boar spatial distribution and its local density, as adding energetically rich fodder increases the joint caring capacity of space, and further, because boar seasonally concentrates in the vicinity of supplemental feeding places. Based on the existing nutritional studies on wild boar, it is clear that the hard seed mast, agricultural crops, and supplemental fodder present an important ingredient of wild boar nutrition due to its popularity and high energy value. In this research, we show that the accessibility of these factors also crucially affects the local densities and spatial distribution of boar and likely its population dynamics as well.

The probability of space use also relies on three climatic variables: (1) positively on average annual temperature; (2) positively on the intensity of solar radiation; and (3) negatively with the amount of annual precipitation. These climatic variables are likely to at least partly influence wild boar through conditioning its thermal environment. In areas with higher

temperatures in warm positions, the wild boar uses less energy to maintain a constant body temperature, which enables it to achieve a more favorable net energy balance. In contrast, higher amounts of precipitation increase the use of energy as thermal conductivity strongly increases once the pelt is wet. Often, rainfall (snowfall) very likely influences vitality and strongly increases mortality of juveniles, especially in areas with low temperatures. Based on the research results, we can conclude that the warmest areas with mild winters and low snowfall suit wild boar best. In Slovenia, the boar is only restricted by low temperatures.

The probability of space usage depends negatively on the surface share of non-overgrown areas and is non-linearly related to the degree of forest fragmentation. Non-overgrown areas (e.g. urban areas, rocky masses, waters, etc.) are not appropriate habitat for wild boar, therefore it is reasonable that with an increase in these surfaces the density of boar space usage decreases. The recorded influence of forest fragment size on boar indicated that it is susceptible to habitat fragmentation. Thus, the probability of space use increased with the increase of forest patch size up to the point where patches reached 45 km<sup>2</sup>, after which the probability of usage settled or even decreased.

The analysis of wild boar extraction locations showed that boar now inhabits around 55% of the area of Slovenia, while the potential habitat of boar extends to over 67% of the country. The area of distribution and the numbers of wild boar will therefore be able to further increase in Slovenia. This potential increase will be even faster if current trends of environmental changes continue (e.g. increase of temperature due to global climate changes, increase of forest cover, decreasing shares of conifer trees compared to hardwoods). Due to the reasons stated above, more research should be dedicated in the future to solving the problems associated with an increasing wild boar population.

## VIRI REFERENCES

- ACEVEDO, P. / VICENTE, J. / VILLANÚA, V. / PÉREZ, E. / GORTAZAR, C., 2005. Effects of the landscape structure on wild boar (*Sus scrofa* L., 1758) abundance and hunting effectiveness in Atlantic Spain.- V: Pohlmeier, K. (ur.). 27th Congress of IUGB, Hannover 2005. Extended Abstracts, str. 259-260.
- ADAMIČ, M., 1974. Gibanje številčnosti populacij nekaterih vrst divjadi v Sloveniji v zadnjem stoletju sodeč po gibanju številčnosti odstrela.- Zbornik Biotehniške fakultete UL, Vet. 11 (1-2): 15-53.



- ADAMIČ, M. / JERINA, K., 2006. Monitoring - integralna sestavina odzivnega upravljanja s populacijami prostoživečih živali.- V: Hladnik, D. (ur.). Monitoring gospodarjenja z gozdom in gozdnato krajino, (Studia forestalia Slovenica, št. 127). Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, str. 247-259.
- ARTHUR, S. M. / SCHWARTZ, C. C., 1999. Effects of sample size on accuracy and precision of brown bear home range models.- *Ursus* 11: 139-148.
- ARSO, 2004. Modelna karta celoletnih padavin v Sloveniji.- Ljubljana, Agencija RS za okolje.
- ARSO, 2004 a. Modelna karta celoletnih povprečnih temperatur v Sloveniji.- Ljubljana, Agencija RS za okolje.
- BEYER, D. E. / HAUFLE, J. B., 1994. Diurnal versus 24-hour sampling of habitat use.- *J. Wildl. Managem.* 58: 178-180.
- BOITANI, L. / MATTEI, L. / NONIS, D. / CORSI, F., 1994. Spatial and activity patterns of wild boar in Tuscany, Italy.- *J. Mammal.* 75: 600-612.
- CAHILL, S. / LLIMONA, F. / GRÀCIA, J., 2003. Spacing and nocturnal activity of wild boar *Sus scrofa* in a Mediterranean metropolitan park.- *Wildl. Biol.* 9: 3-13.
- CELLINA, S. / SCHLEY, L. / KRIER, A. / ROPER, T., 2005. Supplemental feeding of wild boar *Sus scrofa* in Luxembourg.- V: Pohlmeier, K. (ur.). 27th Congress of IUGB, Hannover 2005. Extended Abstracts, str. 308-309.
- DANILKIN, A. A., 2001. The wild boar: an unprecedented spread or restoration of the species range.- *Doklady Biological Sciences* 380: 457-460.
- DARDAILLON, M., 1983. Activités humaines et régime alimentaire du sanglier (*Sus scrofa* L.) en Camargue (sud de France).- V: Hell, P. et al. (ur.). Proceedings of the 16th Congress IUGB, Štrpske Pleso, Part 1, str. 346-352.
- DARDAILLON, M., 1986. Seasonal variations in habitat selection and spatial distribution of wild boar (*Sus scrofa*) in the Camargue, Southern France.- *Behav. Process.* 13: 251-268.
- FATTEBERT, J. / FISCHER, C. / HEBEISEN, C. / BAUBET, E., 2005. Efficiency of supplemental feeding and fencing to diminish wild boar (*Sus scrofa*) damages to agricultural crop in the basin of Geneva, Switzerland.- V: Pohlmeier, K. (ur.). 27th Congress of IUGB, Hannover 2005. Extended Abstracts, str. 325-326.
- FERNANDEZ-LLARIO, P., 2004. Environmental correlates of nest selection by wild boar *Sus scrofa*.- *Acta Theriol.* 49: 383-392.
- GABROVEC, M., 1996. Sončno obsevanje v reliefno razgibani Sloveniji.- *Geografski zbornik* 36: 47-68.
- GEISSER, H. / REYER, H. U., 2005. The influence of food and temperature on population density of wild boar *Sus scrofa* in the Thurgau (Switzerland).- *J. Zool.* 267: 89-96.
- GURS, 1995. Digitalni model reliefa 100 × 100 m.- Ljubljana, Geodetska uprava RS.
- HELL, P. / HRNČIAR, M. / ŠIMIČ, M., 1984. Distribution and territorial planning of wild boar (*Sus scrofa* L.) in Slovakia.- *Folia Venatoria* 14: 71-88.
- JERINA, K., 2003. Prostorska razporeditev in habitatne značilnosti jelenjadi (*Cervus elaphus* L.) v dinarskih gozdovih jugozahodne Slovenije.- Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana, 137 str.
- JERINA, K., 2006. Prostorska razporeditev, območja aktivnosti in telesna masa jelenjadi (*Cervus elaphus* L.) glede na okoljske dejavnike.- Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Biotehniška Fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 172 str.
- JERINA, K. / ADAMIČ, M. / MARINČIČ, A. / VIDOJEVIČ, V., 2002. Analiza in prostorsko modeliranje habitata jelenjadi (*Cervus elaphus* L.) jugozahodne Slovenije v GIS rastrskem okolju.- *Zb. Gozd. Les.* 68: 7-31.
- KASTELEC, M., 2006. Pregled gospodarjenja z divjim prašičem (*Sus scrofa* L.) v gojitvenem lovišču Medved.- Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, 69 str.
- KEULING, O. / SODEIKAT, G. / POHLMAYER, K., 2001. Habitat use of wild boar *Sus scrofa* L. in a forest-agoecosystem with special approach to source of food (Lower Saxony / Germany).- Proceedings of the XXVth International Congress of the International Union of Game Biologist – IUGB and the IXth International Symposium Perdix, str. 7-11.
- KEULING, O. / STIER, N. / ROTH, M., 2005. Does hunting affect the spatial utilisation of wild boar *Sus scrofa* L? - V: Pohlmeier, K. (ur.). 27th Congress of IUGB, Hannover 2005. Extended Abstracts, str. 379-380.
- MAROLT, T., 2004. Divji prašič v Gorenjskem lovskogojitvenem območju.- Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana, 72 str.
- MELIS, C. / SZAFRANSKA, P. A. / JEDRZEJEWSKA, B. / BARTON, K., 2006. Biogeographical variation in the population density of wild boar (*Sus scrofa*) in western Eurasia.- *J. Biogeog.* 33: 803-811.
- MERIGGI, A. / SACCI, O., 2001. Habitat requirements of wild boars in the northern Apennines (N Italy): a multi-level approach.- *Italian J. Zool.* 68: 47-55.
- MKGP, 2002. Vektorska karta rabe kmetijskih zemljišč.- Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.
- MYSTERUD, A. / LANGVATAN, R. / YOCCOZ, N. G. / STENSETH, N. C., 2001. Plant phenology, migration and geographical variation in body weight of a large herbivore: the effect of a variable topography.- *J. Animal Ecol.* 70: 915-923.
- PARKER, K. L., 1988. Effects of heat, cold, and rain on coastal black-tailed deer.- *Canadian J. Zool.* 66: 2475-2483.
- PEDONE, P. / MATTIOLI, L. / SIEMONI, N. / LOVARI, S. / MAZZARONE, V., 1994. Body growth and fertility in wild boars from Tuscany, central Italy.- V: Csanyi et al. (ur.). Proceedings of the 20th Congress IUGB, Gödöllő, Part 2: 604-609.
- RODGERS, A. R. / REMPEL, R. S. / ABRAHAM, K. F., 1996. A GPS-based telemetry system.- *Wildl. Society Bulletin* 24: 559-566.
- SANTOS, P. / MEXIA-DE-ALMEIDA, L. / PETRUCCI-FONSECA, F., 2004. Habitat selection by wild boar *Sus scrofa* L. in Alentejo, Portugal.- *Galemys* 16: 167-184.
- SCHLEY, L. / ROPER, T. J., 2003. Diet of wild boar *Sus scrofa* in Western Europe, with particular reference to consumption of agricultural crops.- *Mammal Review* 33: 43-56.
- SCHLEY, L. / KRIER, A. / CELLINA, S. / ROPER, T. J., 2005. Agricultural damage by wild boar *Sus scrofa* in Luxembourg.- V: Pohlmeier, K. (ur.). 27th Congress of IUGB, Hannover 2005. Extended Abstracts, str. 466-467.
- SCHOLLMAYER, H., 1899. Die Jagd am Krainer Karste. Schwarz-, Roth- und Raubwild im Besondern. (Von Oberförster Schollmayer-Mašun).- *WaidmansHeil* 9: 109-114.
- SCHWARTZ, C. C. / ARTHUR, S. M., 1999. Radio-tracking large wilderness mammals: integration of GPS and ARGOS technology.- *Ursus* 11: 261-274.
- SERVANTY, S. / GAILLARD, J.M. / TOGO, C. / LEBERTON, J.D. / BAUBET, E. / KLEIN, F., 2005. Population management based on incomplete data: modelling the case of wild boar (*Sus scrofa*) in France.- V: Pohlmeier, K. (ur.). 27th Congress of IUGB, Hannover 2005. Extended Abstracts, str. 56-257.
- SFOUGARIS, A., 2005. Population-habitat relationships for the roe deer (*Capreolus capreolus* L.) and wild boar (*Sus scrofa* L.) in Epirus Region, Greece.- V: Pohlmeier, K. (ur.). 27th Congress of IUGB, Hannover 2005. Extended Abstracts, str. 474-475.
- SODEIKAT, G. / PAPPENDIECK, J. / RICHTER, O. / SÖNDEGRATH, D. / POHLMAYER, K., 2005. Modelling population dynamics of wild boar (*Sus scrofa*) in Lower Saxony, Germany.- V: Pohlmeier, K. (ur.). 27th Congress of IUGB, Hannover 2005. Extended Abstracts, str. 488-489.
- SODEIKAT, G. / POHLMAYER, K., 2002. Temporary home range modification of wild boar family groups (*Sus scrofa* L.) caused by drive hunts in Lower Saxony (Germany).- *Zeitschr. Jagdwiss.* 48, Supplement: 161-166.

- SPITZ, F. / JANEAU, G., 1995. Daily selection of habitat in wild boar (*Sus scrofa*).- J. Zool. 237: 423-434.
- SURS, 1997. Statistični GIS pokrovnosti/rabe tal Slovenije: vektorska oblika.- Ljubljana, Statistični urad RS.
- ŠAVELJ, A., 1933. Divja svinja v kočevskih pragozdih.- Lovec 20: 22-30, 60-67.
- ŠIVIC, A., 1934. Lovska statistika Dravske banovine za l.1932 in 1933.- Lovec 21: 218-227.
- TELFER, E.S., 1978. Cervid distribution, browse and snow cover in Alberta.- J. Wildl. Managem. 42: 352-361.
- VIRGOS, E., 2002. Factors affecting wild boar (*Sus scrofa*) occurrence in highly fragmented Mediterranean landscapes.- Canadian J. Zool. 80: 430-435.
- VIRJENT, Š. / JERINA, K., 2004. Osrednji slovenski register velike lovne divjadi in velikih zveri v sklopu novega lovsko-informacijskega sistema.- Lovec 86: 280-281.
- WHITE, G. C. / GARROTT, R. A., 1990. Analysis of wildlife radio-tracking data.- San Diego, Academic Press, 383 str.
- WORTON, B. J., 1989. Kernel methods for estimating the utilisation distribution in home range studies.- Ecology 70: 164-168.
- ZGS, 1990. Popis gozdov Slovenije – stanje 1990.- Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije.
- ZGS, 2004. Vektorska karta odsekov gozdov v Sloveniji – stanje 2004.- Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije.
- ZGS, 2004 a. Mreža krmišč v Sloveniji – stanje 2004.- Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije.

## ZAHVALA ACKNOWLEDGEMENTS

Raziskava je bila opravljena v okviru projekta »Populacijska dinamika divjega prašiča (*Sus scrofa*), vpliv notranjih in zunanjih dejavnikov nanjo in prognoza razvojnih trendov v Sloveniji« (V4-0980; vodja prof. dr. Miha ADAMIČ), ki ga financirata ARRS in MKGP.

V raziskavi smo uporabili podatke iz »Osrednjega slovenskega registra velike lovne divjadi in velikih zveri«, ki ga vzdržujejo člani lovskih družin Lovske zveze Slovenije, uslužbenci lovišč s posebnim namenom Zavoda za gozdove Slovenije in Triglavskega narodnega parka. Za aktivno sodelovanje in daljnovidnost, ki je vodila v podporo pri osnovanju registra, se zahvaljujem članom in vodstvu naštetih kolektivov.